食用蒜球熱藏技術

王怡玎[1] 劉富文[2] 留明秀[3] 陳鐵道[4]
行政院農業委員會農業試驗所園藝組助理研究員[1]、國立台灣大學園藝系教授[2]
雲林縣東勢鄉蒜球生產農戶[3]、雲林縣二崙大蒜生產合作社理事主席[4]

摘 要

以往之試驗已證實 30℃至 35℃之高溫具有抑制蒜球芽體伸長或萌芽之效果，可用以貯藏蒜球 6 至 10 個月。熱藏蒜球簡便安全，而且可利用台灣夏季天然高溫，節省能源與成本。本研究依據在實驗室實驗蒜球熱藏之結果，進一步在農戶及商業規模之貯藏庫做實用性測試，且皆重複實施測試 3 個年度。

農戶規模之熱藏試驗：於雲林縣東勢鄉利用農戶舊舍設置 4 坪面積之熱藏庫與 8 坪大小之常溫通風式傳統庫（對照），比較貯藏效果。將相似的蒜球於收穫當年 9 月放入熱藏庫 650kg 及傳統庫 250kg 貯藏至翌年 2 月，共 5 個月。此期間熱藏庫之月均溫維持在 33-30℃而傳統庫由 30℃逐月降至 20℃。熱藏蒜球出庫時品質仍良好，可售率高於 75%；熱藏庫每日平均用電量 9-21 度（kw/h），用電最多的月份在 1 月。傳統庫蒜球在貯藏期間因萌芽或乾腐損耗甚多，貯藏後可售率不到 20%。

商業規模之熱藏試驗：在雲林縣二崙大蒜生產合作社設置 50 坪面積之熱藏庫一座。在 9 月放入 50 公噸蒜球做熱藏，同時將 2 公噸相似之蒜球放入同地點之傳統庫貯藏作爲對照。二庫皆貯藏至翌年 3 月，共 6 個月。貯藏期間熱藏庫月均溫維持在 33-30℃而傳統庫由 29℃降至 20℃。熱藏蒜球在出庫時品質良好，可售率約 75%；熱藏庫每日平均用電量 13-17 度（kw/h），用電最多的月份在 1 月。傳統庫的蒜球因萌芽或乾腐損耗甚多，貯藏後可售率低於 15%。

此試驗結果證實不論以農戶小坪數倉庫組裝之簡易熱藏庫，或以商業規模建造之專業熱藏庫貯藏蒜球皆有良好效果。蒜球可以自採收後熱藏至翌年 2-3 月。

關鍵字：蒜球、蒜瓣、熱藏

前 言

台灣蒜農多年來普遍使用自然通風方式貯藏蒜球。在夏季高溫期間，蒜球品質尚穩定，但到秋冬之後，蒜球逐漸萌芽與腐爛，品質大幅衰退而損耗多。因此農戶必須適時將蒜球出庫售罄，以免虧損。專業貯藏者多採用冷藏方式抑制蒜球萌芽與維持品質，可長期貯藏及調節供貨。然而冷藏庫若遇溫控不良，蒜球易迅速萌芽腐爛，損失不貲。冷藏蒜球必須在入庫冷藏前先做預冷處理，並在出庫後做乾燥處理，才能保持冷藏蒜球品質與櫥架壽命（王與洪，2001b），前後作業繁複。因此，台灣蒜球產業一直期待簡便、經濟並能長期維護蒜球品質之貯藏方法。

貯藏溫度的高低可左右蒜球芽體伸長與萌發的快慢。蒜球在-2℃至 0℃之間不發芽，5℃至 20℃發芽迅速，24℃至 35℃發芽緩慢，而 35℃以上則不發芽(王，2002；王與洪，2001a；林，1997；邱等，1975；顏等，2000；Böttcher & Günther, 1994;Jeong & Park, 1994; Hardenburg et al., 1986）。蒜球發芽之後食用品質即遽降。能否抑制芽體萌動爲貯藏成敗關鍵。台灣地處亞熱帶，冷藏頗耗費能源。本所實驗觀察多年，台灣食用蒜球在 30℃或 35℃熱藏，能有效抑制芽體萌動，並能維持良好的商品價值達 10 個月之久，櫥架品質亦佳（王，2002；王與洪，2001）。爲證實熱藏法能取代冷藏法貯藏一部份蒜球，本研究設置農家小規模及商業

化較大規模之熱貯庫各一座，測試產業規模熱藏之實用性。結果頗爲成功。

材料與方法

一、材料

本研究採用雲林縣生產的‘大片黑’蒜球爲試驗材料。蒜球採收及田間癒傷之後適當剪粒整修。整修時留取蒜球鱗莖以上 1 至 1.5 cm 長之頸部，剪除上部莖葉及鱗莖下鬚根使露出基盤。蒜球整修之後以尼龍網袋包裝，每袋重約 20 公斤。以人工將其堆置於乾燥機槽中，進行熱風乾燥處理。熱風溫度自 30℃開始，逐週升溫至 38℃。乾燥作業期間約 3 週；每袋失重率平均 25 %。完成乾燥的蒜球暫時疊放於農戶倉庫中，並以常溫通風方式自 5 月起貯藏至 8 月。常溫貯藏期間的溫度爲 24℃至 35℃，相對濕度 76%至 94 %。9 月將蒜球搬移至農戶或商業規模的熱藏庫及對照傳統庫進行貯藏試驗。

二、不同規模的蒜球熱藏方法

（一)、農戶規模

於雲林縣東勢鄉合作試驗農戶處設置熱藏庫一座。另外利用原有的傳統式常溫通風庫，約 8 坪面積中之 1 坪貯藏對照組蒜球（其餘 7 坪供作農戶自行貯藏蒜球之用）。熱藏庫面積 4 坪，爲舊屋之房間加裝簡易隔熱、通風、加熱與溫控設備後成爲高溫貯藏庫。本試驗於 87 至 88 年、88 至 89 年及 89 至 90 年連續實施三個年度。各年度的蒜球皆於收穫當年 9 月上旬入庫，貯藏量爲熱藏庫 650kg，對照傳統庫 250kg。貯藏至翌年 2 月（共 5 個月）後出庫，調查蒜球品質並做櫥架觀察。熱藏庫於貯藏試驗期間之月均溫維持在 30℃至 33℃，而傳統庫由 30℃逐月降至 20℃。

（二)、商業規模

於雲林縣二崙蒜球生產合作社設置商業規模的熱藏庫一座。另外利用已有之傳統常溫通風庫面積約 200 坪中之 1 坪貯藏對照組蒜球(其他 199 坪由合作社自行利用做商業貯藏)。熱藏庫面積 50 坪，庫體牆壁、庫門及天花板皆用聚銨酯（PU）隔熱，並裝置通風、加熱及自動控制設備控溫。本試驗於 89 至 90 年、91 至 92 年、92 至 93 年實施三個年度。各年度的蒜球皆於收穫當年 9 月上旬入庫，貯藏量熱貯 50 公噸與對照 2 公噸。貯藏至翌年 3 月（共 6 個月）後出庫，調查蒜球品質並做櫥架觀察。熱藏庫於貯藏試驗期間之月均溫維持在 30℃至 33℃之間，傳統庫則由 29℃逐月降至 20℃。

三、調查項目

（一） 貯藏後蒜球可售率

1. 蒜球貯藏之前先每袋秤重，完成貯藏出庫時再秤重，然後計算每袋之貯藏失重率。計算方法爲：[貯藏前蒜球重(kg)－貯藏後蒜球重(kg)]÷貯藏前蒜球重(kg) × 100% = 失重率(%)。
2. 完成貯藏出庫時，熱藏庫與對照傳統庫各隨機取樣 20 網袋，每網袋隨機取樣 20 個蒜球。將每個蒜球剝成蒜瓣，選取外觀完整、硬實、無萌芽、無發根、無蟲蛀及無發黴的蒜瓣爲可販售的蒜瓣，將之秤重，然後計算可售率。計算公式爲：[可售瓣重(kg)÷ 出庫蒜球重(kg) × 100%]×（100-失重率） ＝可售率(%)。

（二） 用電量

每月定期記錄用電量（kw/h）。各月用電量（kw/h）÷該月日數（日）＝各月之每日平均用電量（kw/h /日）。

結　果

一、農戶規模蒜球熱藏試驗

蒜球自 9 月貯藏至翌年 2 月時調查，對照組（傳統庫貯藏組）大量發芽或腐損（圖 1 上方 2 袋）；經剝膜切剖時可見蒜瓣內芽體翠綠粗壯，而瓣肉萎縮褐化（圖 2 左方）。熱藏組的蒜球外觀未見發芽（圖 1 下方 2 袋），剝膜之後的蒜瓣硬實有光澤，再經切剖則見內部芽體仍細小而白皙（圖 2 右方）。熱藏組蒜球的整體外觀及剖面品質皆明顯優於對照（傳統庫）組。對照組三個年度的平均貯後可售率＜20%，熱藏組則＞75%（圖 3）；熱藏組可售率高出傳統庫組達 3.5 倍以上。

熱藏庫使用期間各月份的每日用電量平均為 9-21 度（kw/h）（圖 4）；其中 9-10 月份用電較少，皆低於 10 度；11 月份起逐月增多，至翌年 1 月份達到高峰，高峰用電量為 9-10 月份的 2 倍以上。

圖 1.農戶規模傳統式貯藏（上方 2 包）與熱藏（下方 2 包）之蒜球外觀比較。

圖 2. 農戶規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜瓣外觀及剖面比較。

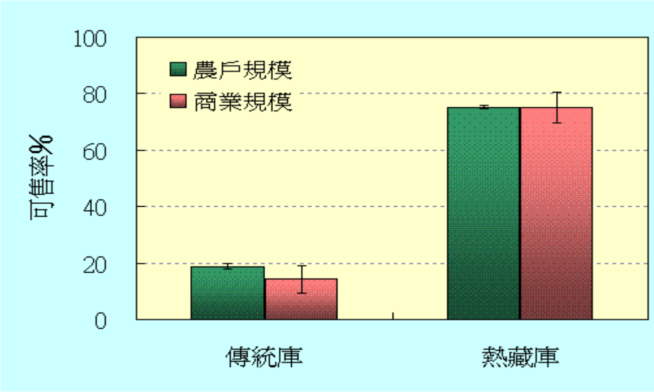

圖 3. 農戶規模與商業規模之傳統庫與熱藏庫貯藏後蒜球之可售率（%）比較。

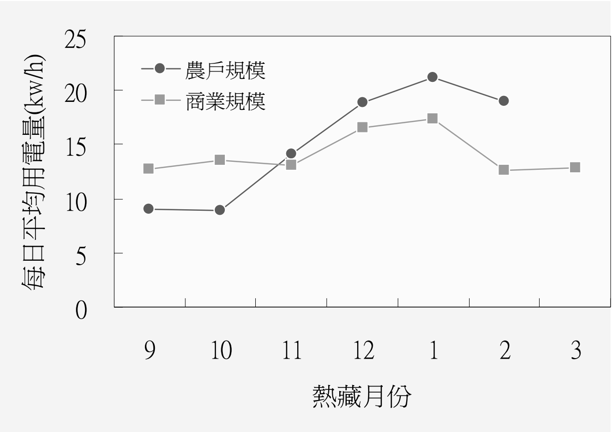

圖 4. 農戶規模與商業規模熱藏庫各月份之每日平均用電量（kw/h）變化。

二、商業規模蒜球熱藏試驗

蒜球自 9 月貯藏至翌年 3 月後調查，對照組（傳統庫）發芽或腐損者多（圖 5 左），有些初期爲翠綠的芽體後來逐漸枯黃腐爛；剝膜後可見瓣肉萎縮褐化（圖 6 左）。熱藏蒜球則未見發芽（圖 5 右），瓣肉飽滿而有光澤（圖 6 右方），瓣內的芽體仍細瘦而呈淡綠色。對照組貯藏 6 個月後的可售率＜15%，而熱藏組可售率約 75%，爲對照組的 5 倍以上（圖 3）。不同貯藏組之蒜球貯後品質差異甚鉅，熱藏蒜球顯著優於對照組。

商業規模熱藏庫三個試驗年度的用電量皆相近似，使用中各月份的日平均用電量爲 13-17 度（kw/h）（圖 4）。每日用電量 9-11 月份較少，12 月份起增多，翌年 1 月份達到高峰，2-3 月份則又下降到和 9-11 月份相似。

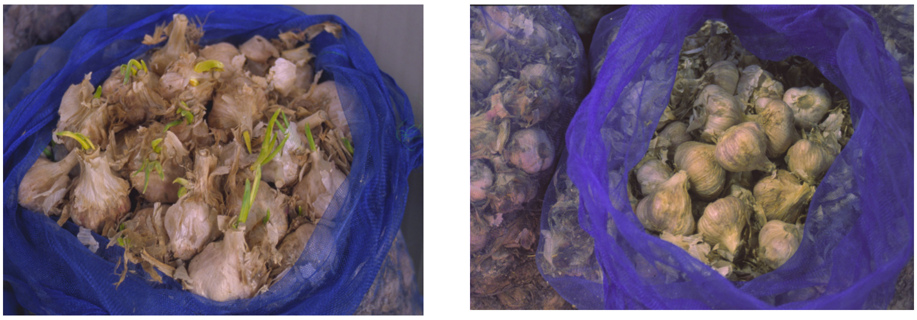

圖 5. 商業規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜球外觀比較。

圖 6. 商業規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜瓣外觀與剖面比較。

討　論

蒜球熱藏之效果

蒜球採收後的頭 5 個月是夏季高溫期，在傳統式通風庫貯藏並無問題。其後進入秋冬季，氣候轉涼。在 9 月移入農戶規模的熱藏庫續貯 5 個月或商業規模的熱藏庫續貯 6 個月之後，出庫時蒜球品質良好，外觀皆乾爽硬實，無發芽或發根現象，而且蒜瓣內芽體細瘦，瓣肉肥厚，商品價值高。續在傳統庫貯藏的蒜球 5 個月後不僅普遍發芽及長根，出庫作業時發現網袋內的蒜球明顯腐爛、潮濕、發熱並且散發出惡臭。不論是農戶規模或商業規模的熱藏庫貯藏後之蒜球可售率皆≧75%，是傳統庫的 3.5 倍以上。再者，傳統庫貯藏之蒜球所選出之「可售瓣」外觀好像正常，但剖開後則發現瓣內芽體生長粗壯，瓣肉組織亦明顯縮小，食用品質已大打折扣，不能和熱藏組的成品相比。

熱藏庫用電量與成本估計

由於台灣夏季氣溫適合蒜球芽體休眠，熱藏庫只需以風扇輔助通風循環，即可獲得均勻而穩定的適溫。農戶規模與商業規模的熱藏庫在 9-10 月份用電量皆低（圖 4）。到 11 月時農戶規模之熱藏庫用電遽增而商業規模熱藏庫用電量仍低。在試驗地點雲林縣區，每年 11 月起氣溫明顯下降（圖 7，整理自中央氣象局 89-93 年資料）；農戶規模之熱藏庫隔熱設備簡單，保溫效果較差，加上庫小，單位貯藏量平均庫面散熱面積大，氣溫轉涼時因庫體失溫而必須以電熱加溫補充之，用電量也顯著增加。至於商業規模之熱藏庫則以保溫隔熱性能甚佳的 PU 隔熱，而且庫大，庫門緊密，失溫不易，在 11 月氣溫初降時，尚無需要大量電熱加溫，因此用電量仍低。

到了冬季 12 月至翌年 1 月兩種熱藏庫之用電量皆上升，但商業規模之熱藏庫用電量仍然低於農戶規模之熱藏庫。當 1 月份氣溫降至最低時，二種熱藏庫的用電量皆達到最高峰；等 2 月份氣溫回升後，用電量才皆逐漸減少。整個低溫期間，商業規模之熱藏庫用電皆低於農戶規模之熱藏庫。雖然前者庫體大很多倍，但因隔熱設備良好，用電量反而少。

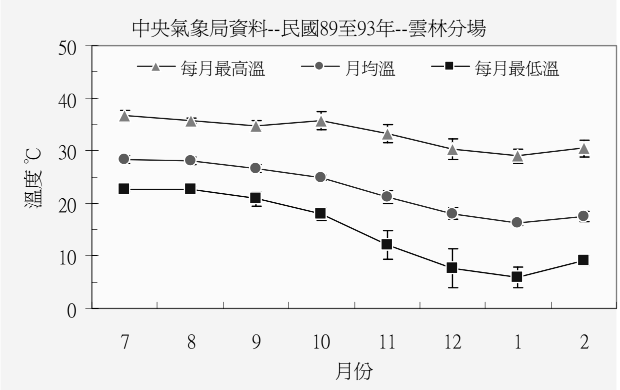

圖 7. 雲林地區每年 7 月至翌年 2 月的氣溫變化。

本研究農戶規模熱藏庫之庫存量為 4 公噸，用電最少月份每日平均用電量 9 度（kw/h），用電量最多月份每日平均用電量 21 度（kw/h）。商業規模熱藏庫之庫存量為 50 公噸，每日平均最少及最多用電量分別為 13 及 17 度（kw/h）。每度電費以 5 元計，用電成本估算如下：

農戶規模之熱藏庫—

9 至 21 度/日 × 30 日/月 × 5 元/度 ÷ 4 公噸（庫存）

= 1,350 至 3,150 元 / 月 / 4 公噸

= 337.5 至 787.5 元 / 月 / 公噸

= 0.34 至 0.79 元 / 月 / 公斤

商業規模之熱藏庫—

13 至 17 度/日 × 30 日/月 × 5 元/度 ÷ 50 公噸（庫存）

＝1,950 至 2,550 元 / 月 / 50 公噸

＝39 至 51 元 / 月 / 公噸

＝0.04 至 0.05 元 / 月 / 公斤

農戶規模的熱藏用電成本爲商業規模的 8.5-15.8 倍。也許前者已可爲貯藏蒜球之農友接受，但若採用規模較大而隔熱性能佳的熱藏庫貯藏則可大幅降低用電成本。

蒜球熱藏之實用性

總括上述結果，熱藏蒜球之新法，可適用於一般農戶或專業貯藏者。蒜球熱藏期限自收穫乾燥完畢算起 8 至 10 個月，貯藏效果雖略遜於冷藏但比普通通風貯藏好很多（表一）。以農戶小坪數倉庫組裝成簡易式熱藏庫成本不高，以商業規模建造專業熱藏庫之技術亦已建立，兩者皆對蒜球的貯藏有良好效果。台灣夏季高溫期頗長，可利用天然的溫暖條件，每年先將蒜球放在通風良好的一般倉庫貯藏至 8-9 月；然後用熱藏方式貯藏至翌年 2-3 月。採行熱藏技術貯藏蒜球爲一經濟有效的方法。茲再將普通通風貯藏、冷藏及熱藏三種貯藏方法之特性列表比較如表一。

表一：蒜球普通通風貯藏、冷藏與熱藏之比較。

	普通通風貯藏	冷藏	熱藏
適用對象	蒜農或小規模專業貯藏者	專業貯藏者	蒜農或專業貯藏者
設備條件	一般房舍或倉庫	設備良好的冷藏庫	具隔熱設備的專用熱藏庫或一般倉庫改裝成簡易式熱藏庫
造價	低廉	昂貴	不高，介於普通通風貯藏庫與冷藏庫之間
庫溫	隨氣候而變化	-2℃至 0℃	30℃至 35℃
蒜球貯藏期限	約 6 個月 （每年 5 月至 10 月）	1 年以上	約 10 個月 （每年 5 月至翌年 2 或 3 月）
優點	1. 成本低 2. 簡便 3. 使用者易自行管理	1. 貯藏壽命長 2. 蒜球損耗少	1. 設備簡易，成本不高 2. 農友或專業貯藏者皆可採用 3. 蒜球出庫後不需回溫乾燥處理 4. 櫥架壽命長
缺點	1. 蒜球損耗較多 2. 貯藏壽命短	1. 成本高 2. 若間斷低溫將令蒜球迅速發芽 3. 出庫後須作回溫乾燥處理 4. 櫥架壽命短	1. 比普通通風貯藏略增成本 2. 需要簡單技術
其他輔助處理	採收前使用發芽抑制劑（如 MH），但有食用安全上的顧慮	採收前使用發芽抑制劑（如 MH），或鈷 60 照射，皆有消費者接受度之虞	無需配合處理

誌 謝

本研究承吳鳳凰及蔡淑如小姐協助試驗調查，謹此誌謝。

參考文獻

1. 王怡玎。2002。三個重要品種蒜球之適宜熱藏溫度。中國園藝48（4）：329-338。
2. 王怡玎、洪登村。2001a。蒜球對貯藏溫度之反應。中國園藝47（2）：185-194。
3. 王怡玎、洪登村。2001b。熱風處理對冷藏蒜球櫥架萌芽之抑制效果。中華農業研究50（1）：22-27。
4. 農業氣象旬報。交通部中央氣象局主編。2000-2004。台北市。
5. 林棟樑。1997。大蒜頭採收後之處理及貯藏。園產品採收後處理與運銷技術研討會專刊。p. 181-188。台灣省農業試驗所編印。
6. 邱阿昌、林茂維、張樹發。1975。大蒜種球之休眠期長短及打破休眠方法。中國園藝 21(3): 134-139。
7. 顏永福、吳明哲、連大進、陳水心。2000。蒜黃之促成栽培及其生長預測。 中華農學會報 1（3）：254-265。
8. Böttcher, H. and I. Günther. 1994. Quality changes during long term storage of garlic (Allium sativum L.).Ⅱ. External quality. Nahrung. 38(1): 61-69 (Hort. Abstr. 66(7) ： 5787： 1996).
9. Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Dept. of Agric., Agriculture Handbook No. 66. P.59.
10. Jeong, Y. C. and K. W. Park. 1994. Effects of variety and bulbs size on quality changes during storage of garlic. J. Korean. Soc. Hort. Sci. 35（2）：131-138.（Postharvest News and Information Abstr. 6（6）：2536：1995）

High-temperature Storage of Garlic Bulbs (*Allium sativum* L.)

Yee-Ting Wang[1], Fu-Wen Liu[2], Ming-Xiu Liu[3], and Tie-Tao Chen[4]
1.Assistant Research Horticulturist, Agricultural Research Institute.
2.Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.
3.Garlic grower, Yun-lin County, Taiwan.
4.Chairman, Er-lun Garlic Production Cooperative, Yun-lin County, Taiwan.

Summary

Based on the results of previous studies, garlic bulbs remain dormant at 30 - 35℃ high temperature for many months. Garlic growers in Taiwan keep their harvest easily from May to September each year when the ambient temperature is high. The bulbs are refrigerated if a longer storage period is necessary. This study tried high-temperature instead of cold storage of garlic bulbs. A small farm scale storage room and a larger commercial scale storage room were installed with proper insulation. Storage temperatures were kept at 30 - 35℃ with the aid of air-circulation fans and electric heaters. Garlic bulbs were harvested in April, cured and dried, stored in conventional air-ventilated common storage until September, and then transferred to the high-temperature storage rooms for continued storage until February the following year. Up to the end of storage, the garlic bulbs maintained good quality and suffered little (＜25%) storage losses. Similar bulbs stored in conventional storage room for the same period suffered severe losses (＞80%) due to sprouting, decay and bulb senescence. The costs of heating the high-temperature storage were reasonable. The high-temperature storage method was considered practical.

Key words：garlic bulbs, garlic cloves, high-temperature storage